



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 196 44 430 C 1

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
H 04 H 3/00  
H 04 B 7/005

②1 Aktenzeichen: 196 44 430.6-35  
②2 Anmeldetag: 25. 10. 96  
④3 Offenlegungstag: —  
④6 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 18. 12. 97

DE 196 44 430 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:  
Bayerischer Rundfunk, Anstalt des öffentlichen  
Rechts, 80335 München, DE

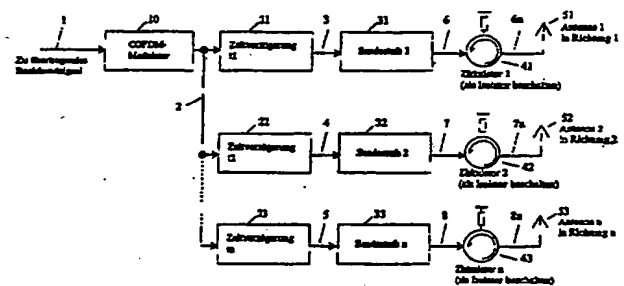
⑦4 Vertreter:  
Konle, T., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 81247 München

⑦2 Erfinder:  
Pausch, Michael, 82194 Gröbenzell, DE; Teuscher,  
Stefan, 88605 Meßkirch, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
US 50 77 759  
MITTERHUMMER J., Digitalradio auf Gleichwelle in:  
Funkschau 8/1994, S.66-69;

⑤4 Verfahren zur Reduzierung der Selbstinterferenz in digitalen Sendernetzen, die in Gleichwellentechnik  
betrieben werden

⑤7 Zur Reduzierung von Interferenzen in Gleichwellennetzen  
für digitalen Hörfunk, digitales Fernsehen und/oder Daten-  
dienste wird vorgeschlagen, ein Funksignal mit identischem  
Nutzinhalt in die einzelnen Haupt-Richtungen zu verschiede-  
nen Zeiten abzustrahlen. Die Abstrahlung des Funksignals in  
verschiedene Haupt-Richtungen kann mit gleichen oder  
unterschiedlichen Leistungen erfolgen. Gegenseitige Beein-  
flussungen der in verschiedenen Hauptstrahlrichtungen ab-  
gestrahlten Abkömmlinge des Funksignals können dadurch  
vermieden werden, daß Reflexionen und Einstrahlungen in  
jedem Signalabkömmling von dessen Abstrahlung bedämpft  
werden (Fig. 1).



DE 196 44 430 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ein derartiges Verfahren ist im Zusammenhang mit Gleichwellennetzen, insbesondere für digitale, terrestrische Hörfunksysteme, z. B. Eureka 147 DAB oder digitale terrestrische Fernsehsysteme, z. B. Digital Video Broadcasting DVB, bekannt.

Aus der DE-Z "Funkschau", Heft 8, 1994, Seiten 66 bis 69 ist es bekannt, digitale Hörfunksignale mit Hilfe eines OFDM-Modulationsverfahrens zu übertragen. Das OFDM-Modulationsverfahren setzt wegen seiner Breitbandigkeit ein Gleichwellennetz voraus. Da in Gleichwellennetzen üblicherweise der maximale gegenseitige Senderabstand größer ist als die maximal zulässige Zeitdifferenz von am Empfänger eintreffenden Signalen (Schutzintervall) multipliziert mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle, kann es an einzelnen Empfangspunkten oder auch in ganzen Regionen zu Schutzintervallüberschreitungen und damit zu Selbstinterferenzen kommen. Derartige Schutzintervallüberschreitungen können im Empfänger zu Störungen führen, wenn die (auf logarithmischen Maßstab normierte) Pegeldifferenz zwischen dem maximalen Signal und dem nächst kleineren Signal den zulässigen, vom Modulationsverfahren abhängigen Schutzabstand unterschreitet. Dies führt im Falle digitaler Modulationsverfahren zu einer Häufung der Bitfehler, welche schließlich zum Ausfall des Empfangs führen können, da das digitale Signal nicht mehr decodierbar ist.

Aus der US 50 77 759 ist allgemein ein Funksystem bekannt, bei dem mehrere Sender von einer Zentralstation so angesteuert werden, daß sie zu unterschiedlichen Zeiten Funksignale aussenden. Auch hier können Selbstinterferenzen auftreten.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, Selbstinterferenzen in Gleichwellennetzen zu reduzieren.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung beruht auf der Überlegung, je nach Länge des Schutzintervalls, der Sendernetzgeometrie, der Topographie, der richtungsabhängigen Strahlungsleistungen der Sender und deren Reichweiten die an einem beliebigen Empfangspunkt auftretenden Laufzeitunterschiede von Signalen unterschiedlicher Sender des Gleichwellennetzes zu optimieren. Hierzu kann an einem, an mehreren oder an sämtlichen Senderstandorten des Gleichwellennetzes für jede Hauptstrahlungsrichtung (Sektor) eine eigene optimale Abstrahlungszeit realisiert werden. Die Hauptstrahlungsrichtungen können sich hierbei im azimutalen Winkel, in der Elevation oder sowohl im azimutalen Winkel als auch in der Elevation unterscheiden.

Die Erfindung wird anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild für eine Signalführung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren zu den verschiedenen Richtungsantennen eines Gleichwellensenders, und

Fig. 2 eine schematische Ansicht dreier Sender eines Gleichwellennetzes, welche nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeiten.

Die in Fig. 1 schematisch dargestellte Signalführung zu den Richtungsantennen 51, 52 und 53 eines Gleichwellensenders umfaßt eingangsseitig einen Mo-

dulator 10, welchem das zu übertragende Funksignal 1 im Basisband zugeführt wird. Als Funksignal kann ein beliebiges analoges oder digitales Signal vorgesehen werden, beispielsweise ein Hörfunk-, Fernseh- oder Datensignal. Bei dem Modulator 10 handelt es sich im Falle von digitalen Funksignalen vorzugsweise um einen COFDM-Modulator, ohne daß die Erfindung hierauf beschränkt ist. Alternativ kann auch eine schmalbandige Modulation in dem Modulator 10 vorgesehen werden.

Das modulierte Funksignal 2 wird parallel den Zeitverzögerungsstufen 21, 22 und 23 zugeführt, welche am Anfang gesonderter Signalzweige für die zugeordneten Richtungsantennen 51, 52 bzw. 53 sind. Die Verwendung von drei Signalzweigen ist lediglich beispielhaft; um den allgemeinen Fall anzudeuten, ist in den Zeitverzögerungsstufen 21, 22, 23 die zugeordnete Verzögerungszeit mit  $t_1$ ,  $t_2$  und  $t_n$  bezeichnet, um anzudeuten, daß  $n$  Zeitverzögerungsstufen entsprechend  $n$  Signalzweigen für  $n$  Richtungsantennen vorhanden sind. Mit  $n$  ist eine ganze Zahl größer als 1 bezeichnet. Wesentlich ist, daß die Zeitverzögerungen  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_n$  unterschiedlich in Abhängigkeit von den eingangs erwähnten Optimierungskriterien gewählt werden, d. h. nach Länge des Schutzintervalls, der Sendernetzgeometrie, der Topographie, der richtungsabhängigen Strahlungsleistung, der Sender und deren Reichweite. Die unterschiedlich verzögerten, modulierten Funksignale 3, 4, 5 werden in jeweils nachgeschalteten Sendestufen 31, 32 bzw. 33 verstärkt und (falls dies nicht bereits im Modulator 10 geschehen ist) in die gewünschte Frequenzlage gebracht. Die Ausgangssignale 6, 7, 8 der Sendestufen 31, 32, 33 werden als Isolator beschaltete Zirkulatoren 41, 42 bzw. 43 zugeführt, welche für eine Bedämpfung von reflektierten und eingestrahnten Signalanteilen sorgen. Die Ausgangssignale 6a, 7a und 8a der Zirkulatoren 41, 42, 43 werden den zugeordneten Richtungsantennen 51, 52, 53 zugeführt und von dort abgestrahlt. Die in Fig. 1 dargestellte Realisierung einer eigenen optimalen Abstrahlungszeit  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_n$  für jeden Sektor bzw. jede Richtungsantenne 51, 52, 53 kann in jedem Sender des Gleichwellennetzes vorgesehen werden, sofern dies erforderlich ist. Gegebenenfalls können auch nur ein oder mehrere Sender eines Gleichwellennetzes mit der in Fig. 1 dargestellten, erfindungsgemäßen Signalführung ausgestattet werden.

Selbstverständlich ist es für die Signalführungszweige gemäß Fig. 1 gleichgültig, an welcher Stelle die Zeitverzögerungsstufen 21, 22, 23 eingesetzt werden, beispielsweise könnten die Zeitverzögerungsstufen auch unmittelbar vor den Antennen 51, 52, 53 angeordnet werden oder zwischen Sendestufen und Zirkulatoren. Ebenso ist es möglich, anstelle von einem gemeinsamen Modulator 10 für jeden Signalzweig einen eigenen Modulator vorzusehen.

In Fig. 2 ist ein Gleichwellennetz mit den Sendern A, B und C dargestellt. Es sei angenommen, daß der Sender B entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren ausgebildet ist, dagegen die Sender A und C für jeden Sektor dieselbe Abstrahlungszeit aufweisen. Ein beliebiger Empfangspunkt P1 empfängt sowohl die Funksignale vom Sender A als auch vom Sender B. Um für den Empfangspunkt P1 Selbstinterferenzen zwischen den von den Sendern A und B eintreffenden Funksignalen zu vermeiden, wird am Sender B in der Signalführung für die Richtungsantenne des Sektors 1 die Zeitverzögerung der Verzögerungsstufe so gewählt, daß das Schutzintervall nicht überschritten wird. Für die Richtungsabstrahlung am Sender B in den Sektor 2, d. h. in Richtung

des Senders C, wird dagegen eine andere Abstrahlungszeit  $t_2$  als in dem Sektor 1 gewählt, da in dem Sektor 2 andere Verhältnisse hinsichtlich Sendernetzgeometrie, Topographie und richtungsabhängige Strahlungsleistungen der Sender vorliegen als im Sektor 1.

Die optimale Abstrahlungszeiten  $t_1$ ,  $t_2$ , d. h., die Verzögerungszeiten der entsprechenden Verzögerungsglieder in den einzelnen Signalführungszweigen gemäß Fig. 1 können entweder empirisch durch Messungen ermittelt werden oder anhand von Wellenausbreitungsmodellen errechnet werden.

Zusammenfassend läßt sich die Erfindung dahingehend beschreiben, daß zur Minimierung von Selbstinterferenzen in Gleichwellennetzen die Abstrahlungszeiten des oder der Sender in die einzelnen Richtungen optimiert werden. Dies ist möglich durch Veränderung der Abstrahlungszeit in alle Abstrahlungsrichtungen bzw. Sektoren.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Aussenden von Funksignalen in Sendernetzen, die in Gleichwellentechnik betrieben werden, insbesondere Sendernetzen mit OFDM-Modulationsverfahren für digitalen Hörfunk, digitales Fernsehen und/oder Datendienste, wobei ein Funksignal mit identischem Nutzinhalt in verschiedene Haupt-Richtungen ( $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_n$ ) abgestrahlt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abstrahlung des Funksignals in die einzelnen Richtungen zu verschiedenen Zeiten ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_n$ ) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstrahlung des Funksignals in verschiedene Haupt-Richtungen ( $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_n$ ) mit gleichen oder unterschiedlichen Leistungen ( $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_n$ ) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß gegenseitige Beeinflussungen der in verschiedenen Hauptstrahlrichtungen abgestrahlten Abkömmlinge des Funksignals dadurch vermieden werden, daß Reflexionen und Einstrahlungen in jedem Signalabkömmling von dessen Abstrahlung bedämpft werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

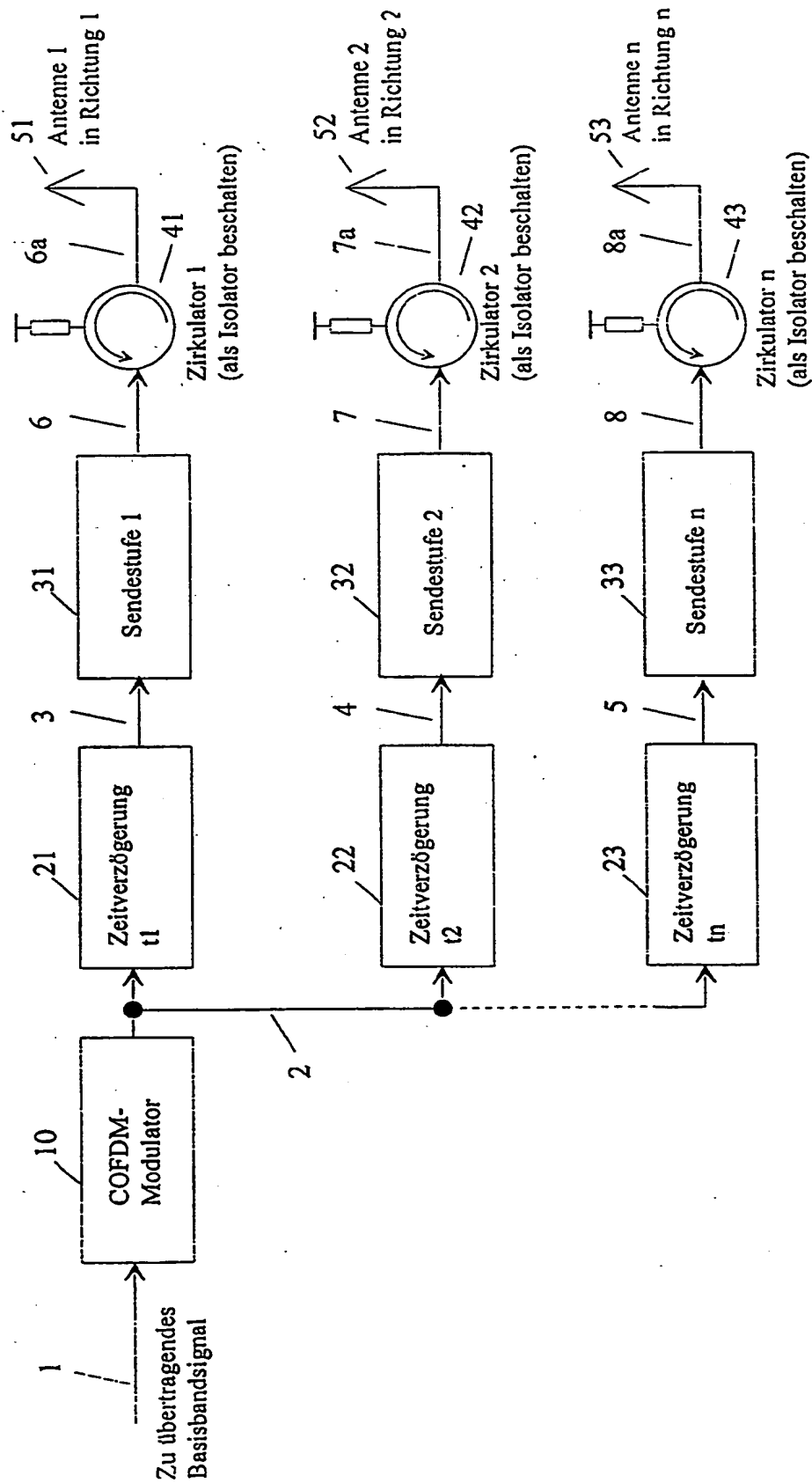


Fig. 1

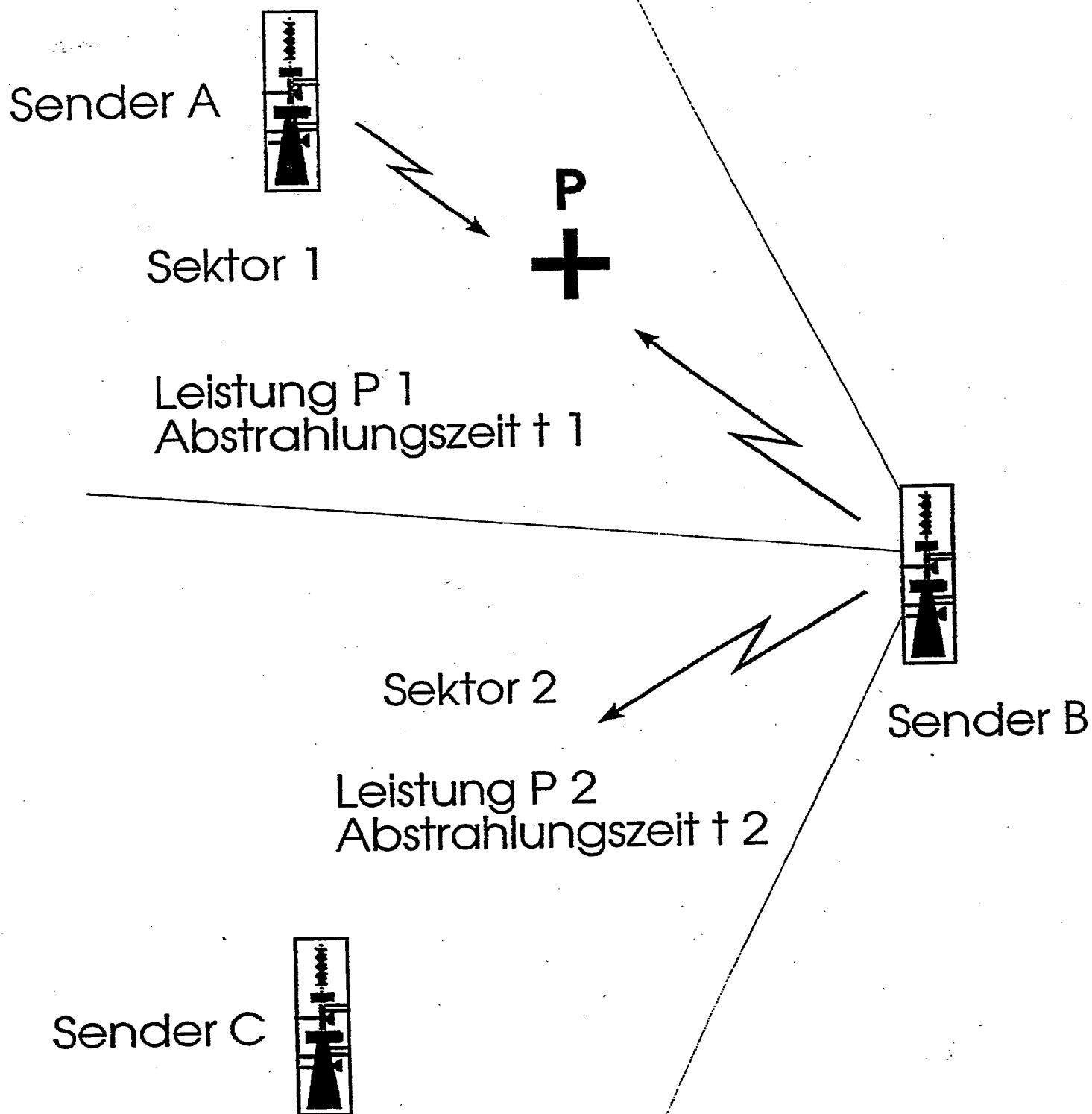


Fig. 2